
SERİ

B

CİLT

44

SAYI

3-4

1994

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



BİR ÇEVRE KİRLENMESİ SORUNU OLARAK GÜRÜLTÜ

Prof. Dr. A. Nihat BALCI¹⁾

Kısa Özet

Bu makalede, ses ve gürültünün tanımları yapılmakta, farkları, nitelikleri belirtilmektedir. Sesin katı, sıvı ve gaz fazlarındaki ortamlarda hızları, değişik ses kaynaklarından oluşan gürültünün şiddetleri verilmekte, bunun insan sağlığı üzerindeki etkileri ve gürültünün değişik kaynakları irdelenmektedir. Gürültünün çevreye etkisinin saptanması ve gürültü kirlenmesinin vejetatif önlemlerle kontrol edilmesi ele alınmakta ve somut öneriler ileri sürülmektedir.

1. GİRİŞ

Aşırı nüfus artışı, kentleşme ve özellikle çarpık kentleşme, sanayileşme, teknolojik gelişme ve değişimler hava, su ve toprak kirlenmesi gibi çarpıcı çevre sorunlarının da beraberinde getirmektedir. Bu rahatsız edici ve yaşamı kısıtlayıcı olgular karşı toplumda belirgin bir tepki oluşurken kamu yönetimleri de, sadece çevre ve toplum düzenini sağlama sorumluluğu dürtüsü ile değil aynı zamanda ekonomik ve ekolojik zorunlulukla da bu sorunlara çare bulma durumunda kalmaktadır.

Bu çevre sorunları içerisinde gürültü nisbeten üzerinde daha az durulan bir konu olmuştur. Halbuki bir çevre sorunu olarak gürültü tamamen yeni bir olgu olmayıp, çok eskiden beri dikkati çeken ve artarak devam eden günümüzde çok ciddi bir çevre ve toplum sorunu haline gelmiş bulunmaktadır. Gürültünün insan yaşamı üzerindeki etkileri küçümsenemeyecek boyutlardadır. Nitekim uzun süre çok yoğun bir gürültüye maruz kalan insanlarda kalıcı sağırılık veya işitme kusuru oluşmaktadır. Çok daha düşük düzeylerdeki gürültü ise insanlarda karşılıklı konuşmayı engellemekte, bir konu üzerinde fikri yoğunlaşmayı önlemekte, insanlarda strese ve uykusuzluğa neden olmakta, insanın huzurunu kaçıran verimli çalışma, dinlenme ve rekreasyon yapma hazzını ortadan kaldırmaktadır. İnsan yaşamını etkilemesi ve huzursuzluk yaratması yanında, fikri ve bedensel çalışmadaki verimi çok büyük ölçüde düşürmesi nedeniyle gürültü, önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. İnsanların sahip oldukları stres ve ruhsal bozuklukların büyük ölçüde gürültülü bir ortamda yaşamalarının bir sonucu olduğu maalesef pek çok kimse tarafından bilinmemektedir.

Gürültü genellikle insan yapısı bir özellik taşımakta yani insanların çeşitli uğraşları sırasında kullandıkları alet, makine ve taşıt araçlarından kaynaklanmaktadır. Asıl rahatsız edici ve sorun yaratıcı olan, özellikle bir ekolojik ortamdaki doğal sesler değil, kentlerdeki otomobil, kamyon, otobüs, fabrika, uçak gürültüleridir. Trafik gürültüsü büyük kent olgusunda en taciz edici ve devamlı olanıdır.

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Emekli Öğretim Üyesi.

İnsanların kent yaşantısından kaçarak doğada dinlenebileceği alanlar da, bütün dünyada gittikçe azalmaktadır. Böylece, çevre koruma ve insan yaşamının huzuru için gürültü ciddi bir çevre sorunu olarak üzerinde önemle durulan ve bu soruna karşı önlemler geliştirilen bir konu olarak dikkate alınmalıdır.

2. SES VE GÜRÜLTÜ

“Ses” terimi birbirinden farklı iki anlamda ele alınmaktadır (1) Fizyoloji ve psikolojide, işitme hissi ile ilgili olarak, havada meydana gelen bir sarsıntı ve titreşimin yarattığı bir işitme duyusu ve (2) Fizikte ise ses, işitme duyusu tarafından algılanan ve hava içindeki titreşimlerin doğurduğu bir fiziksel olaydır (SHORTLEY/WILLIAMS 1957). Havadaki mekanik bir titreşim ses dalgalarını meydana getirmekte ve insan kulağı bunu algılamaktadır.

İşitme duyusu ile algılanabilen titreşim dalgalarının frekansı saniyede 20 ile 20000 arasında değişmektedir. Bununla beraber, insan işitmesinin dışındaki frekanslar da fizikte “ses” olarak kabul edilmektedir. Nitekim, işitme frekans bandının altındaki ses dalgası frekansları için fizikte “infrasonik ses” ve üst sınırının üstündekiler için de “ultrasonik ses” terimi kullanılmaktadır.

Gürültü ise arzu edilmeyen veya rahatsız edici ses olarak tanımlanabilir. Havadaki mekanik bir titreşimin ekstrem boyutlarda olması sadece rahatsız edici olmamakta, aynı zamanda fiziki hasar da meydana getirebilmektedir. Örneğin, çok alçaktan uçan süpersonik jet uçakları böyle bir fiziksel hasar yapabilmektedir.

Herhangi bir cisim titreşim yapmaya başladığı zaman , bu cisme yakın hava moleküllerinin de durumunu değiştirmekte ve bunların da bir titreşim içine girmesine neden olmaktadır. Havadaki bu molekül titreşimleri de, normal atmosferik basınç altında belli bir frekans ve büyüklükte küçük basınç varyasyonları yaratmaktadır. Bu basınç değişimleri, atmosferik basınca nazaran çok küçüktür. Nitekim, insan kulağının toleransı içerisindeki en yüksek sesin basınç boyutu, normal atmosferik basıncın % 0.03’ü kadardır.

Titreşimin yarattığı basıncın büyüklüğü “ses yoğunluğu” veya “ses şiddeti” nin ölçüsüdür. Bir ses dalgasının şiddeti, ses dalgası istikametine dik bir alandaki birim yüzeye birim zaman içinde ulaşan enerji miktarı olup birimi, ($I = \text{Watt/m}^2$) dir.

Kulak tarafından işitilen ses bandının alt ve üst sınır şiddetlerine ait değerler çok fazla değişmektedir. Bu fark 10^{12} kadar yüksek boyutlardadır. Bu nedenle ses şiddetinin boyutlarını doğrusal bir eksenle göstermek mümkün olmadığından bir logaritmik ölçekle ifade etmek büyük kolaylık sağlamaktadır. Böylece iki ses şiddeti arasındaki fark logaritmik olarak ifade edilmektedir.

Ses şiddetini veya iki ses dalgası arasındaki farkı ifade etmede kullanılan terime “decibel” (dB) adı verilmekte ve aşağıdaki formülle ifade edilmektedir.

$$L = 10 \log_{10} (I / I_0) \quad (1)$$

Burada; L = İki ses şiddeti arasındaki fark (decibel-dB),¹⁾

I_0 = İnsan kulağının işitebileceği en düşük sesin şiddeti olarak kabul edilen (10^{-12} watt/m²),

I = Herhangi bir sesin şiddeti (watt/m²).

¹⁾ Ses şiddeti birim olarak kullanılan decibel, telefonu icat eden Alexander Graham Bell (1847-1922) adına saygı olarak verilmiştir.

Böylece (I_0) işitilebilen minimum şiddet olduğuna göre, kulakta ağrı ve rahatsızlık yaratan ses şiddeti (I) yaklaşık olarak ($I = 10^{12} I_0$) olur ve böylece

$$L = 10 \log_{10} (10^{12} I_0/I_0) \text{ yani,}$$

$$L = 120 \text{ dB dir.}$$

Akustik mühendisliğinde, yapılacak bir tesis veya yapıtın projelendirilmesinde (I) ses şiddeti düzeyini saptamak için standart bir işitilebilme eşik değeri (I_0) nin seçilmesi gerekmektedir.

Bu nedenle de yukarıda ifade edilmiş olduğu gibi, husus standardize edilerek uluslararası bir anlaşma ile bu değer;

$$I_0 = 10^{-12} \text{ (watt/m}^2\text{) olarak kabul edilmiştir. (SHORTLEY/WILLIAMS 1957)}$$

2.1 Sesin Katı, Sıvı ve Gaz İçerisindeki Hızı

Sesin yayılma hızı ortamın veya cismin özelliklerine ve bunun katı, sıvı veya gaz olmasına bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca ortamın sıcaklığı da ses hızında rol oynamaktadır. Nitekim, hava içerisinde sesin hızı sıcaklığın yükselmesi ile artmaktadır. Çünkü sesin hızı ortamın yoğunluğu ile ters oranlıdır (SHORTLEY/WILLIAMS, 1957; BOZKURT, 1982).

$$\text{Ses hızı : } V_1 = E_s^{-2}/d$$

$$\text{Burada } V_1 = \text{Hız (m/sn)}$$

$$E_s = \text{Elastikiyet Modülü (kg/cm}^2\text{)}$$

$$d = \text{Yoğunluk (gr/cm}^3\text{) tür.}$$

Gürültünün kontrol edilmesinde, akustik mühendisliği ve mimaride sesin bir cisim veya bir ortam içerisindeki yayılma hızı önemlidir. Çeşitli ortam ve cisimlerdeki ses hızı Tablo-1 de verilmiştir.

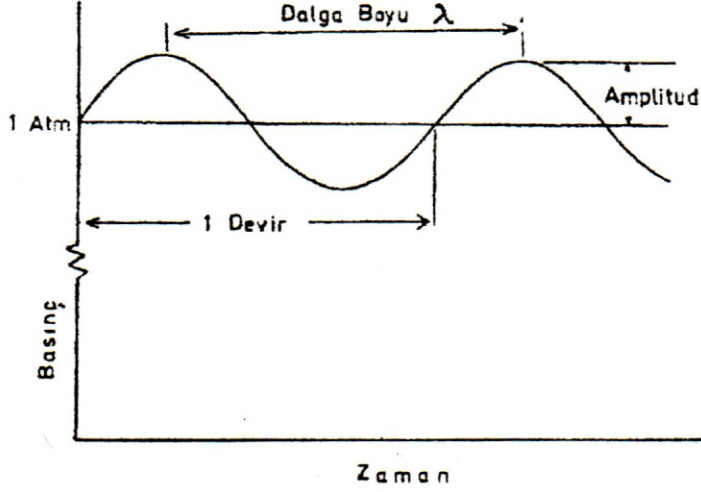
Tablo1: Muhtelif Madde ve Ortamlarda Ses Hızı (SHORTLEY/WILLIAMS 1957; HOLLIDAY/RESNIK 1961; BOZKURT 1982).

ORTAM	SICAKLIK °C	Hız (m/sn)
Hava	0	331.3
Hava	20	334
Hava	100	366
Hava	500	553
Hidrojen	0	1286
Oksijen	0	317.2
Su	15	1450
Kurşun	20	1230
Alüminyum	20	5100
Bakır	20	3560
Demir	20	5130
Ağaç Malzeme		
Kayın (d=0.7)	20	3412
Meşe (d=0.65)	20	3900
Göknaar (d=0.4)	20	5256
Mantar (d=0.25)	20	480
D = Yoğunluk (gr/cm ³)		

Tablo 1 de görüldüğü gibi değişik fiziksel özellikler gösteren cisimler içerisinde sesin hızı önemli derecede farklılıklar göstermektedir. Metaller çok iyi ses ileticileri olarak görülmektedir. Buna karşılık durgun hava sesi en yavaş ileten ortamdır.

Böylece gürültüden korunmak için alınacak tedbirler düşünülürken yapılacak tesiste kullanılacak malzemenin ses iletme ve akustik niteliklerini bilmek önem kazanmaktadır.

Ses, kaynağından başlamak üzere doğrusal olarak her yöne doğru sinüzoidal dalgalar halinde ilerlemektedir.



Şekil 1: Normal atmosferik basınç altında bir ses dalgasının amplitüdü ile frekansı arasındaki ilişki (ANTHROP 1973).

Doğrusal herhangi bir titreşimin frekansında olduğu gibi ses yaratan doğrusal titreşimlerin frekansı (f_n), hız (V_L) ve dalga boyu (λ_n) ile ilişkili olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$f_n = \frac{V_L}{\lambda_n} \quad \text{buradan; sesin hızını aşağıdaki gibi ifade etmek} \quad (3)$$

mümkündür;

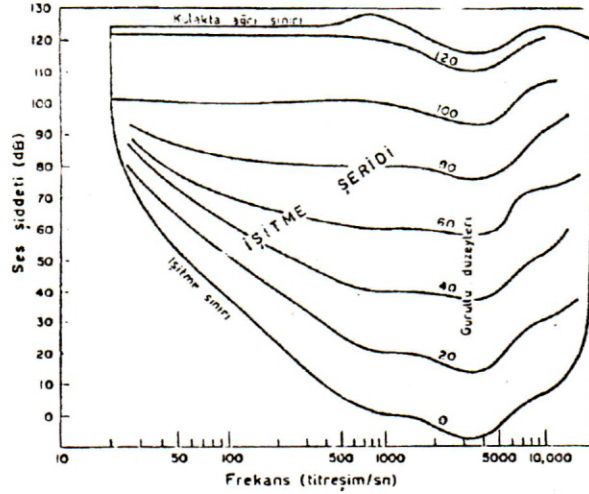
$$V_L = f_n \lambda_n$$

Tablo 2: Bazı Tipik Ses Düzeyleri (ANTHROP 1973; / COOK/VAN HAVERBEKE 1971).

Değişik Ses Kaynakları	Decibel (dB)
	130
Jet uçağının kalkışı (60 m) kulakta ağrı sınırı	120
	110
Susturucusuz dizel kamyon (20 m)	100
Gürültülü motorsiklet maksimum sınır	95
	90
US-Hava Kuvvetleri maksimum sınır Otomobil (25 m)	85
	80
Büyük bir şehirde bir sokak köşesi	75
	70
Bir muhasebe bürosu	60
Gitar sesi	50
Karşılıklı konuşma	35
Meskun bir yerde gece	40

2.1 Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Belli sınırların üzerindeki gürültüye, belli sürelerde maruz kalan insanlarda fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar meydana geldiği deneysel ve klinik bulgularla kanıtlanmış bulunmaktadır.



Şekil 2: İyi bir işitme duyusuna sahip bir insanın sesi işitme alanı (ANTHROP 1973).

Şekildeki en alta yer alan işitme eşiği veya sınırı eğrisi iyi bir işitme duyusuna sahip genç bir insana aittir. Bu şekildeki eğrilerde görüldüğü gibi, düşük frekanslı seslerin duyulabilmesi için şiddetin (dB) nisbeten yüksek olması gerekmektedir. Buna karşılık frekansı 5000 ve 10000 (Hz) olan seslerin şiddeti (dB) çok düşük hatta sıfırın altında olsa bile insanlar tarafından işitilebilmektedir.

Şiddetli bir gürültüye maruz kalan bir kimse işitme duyusunu kaybedebilir. Bazen geçici olan bu durum zamanla (birkaç hafta) kısmen veya tamamen düzelebilir. Gürültüden kaynaklanan işitme kusuru belli başlı üç faktöre bağlanmaktadır. Bunlar, (1) Gürültünün düzeyi, (2) Gürültünün frekansı ve (3) Gürültüye maruz kalma süresidir. Eğer bir kimse, orta derecede bir endüstri gürültüsüne günde sekiz saat olmak üzere uzun yıllar maruz kalırsa, bu kimsede işitme kusuru gelişebilmektedir.

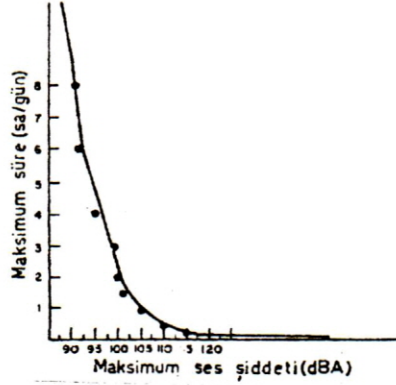
Yapılan araştırmalara göre, gürültülü bir makine ile çalışan işçilerde, aynı yaş grubundan olup da sakin bir yerde çalışanlara nazaran duyma hassasları çok daha zayıftır. Bu durum daha büyük yaş grubu insanlarda daha belirgindir.

Diğer taraftan Tablo 3'de görüldüğü gibi, insan sağlığı açısından, değişik şiddetlerde (dB) ki gürültü değerleri ve bunlara maruz kalma sürelerindeki sınır değerler verilmektedir.

Bu değerlerin grafik olarak gösterildiği Şekil 3'te de, kalıcı bir rahatsızlık yaratmadan dayanılabilecek gürültü düzeyleri ile maruz kalınacak süreler grafik olarak görülmektedir. Bu değerlerden gürültüye maruz kalma süresi veya gürültü şiddetinin aşılması halinde kalıcı sorunları başlamaktadır.

Tablo 3: Değişik kabul edilebilir gürültü şiddetleri ve maruz kalma süreleri (ANTHROP 1973).

Günlük Süre (Saat)	Ses Şiddeti (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0.25	115



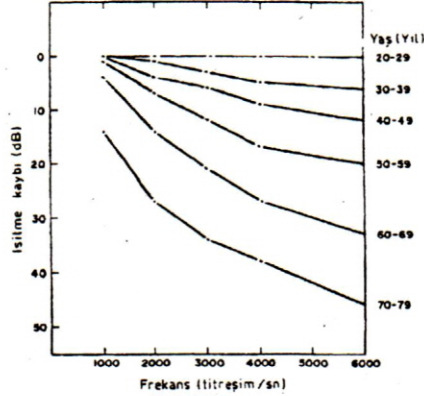
Şekil 3: Belli şiddetteki gürültüde bir işçinin çalışabileceği maksimum süreler (CHERMISINOFF / YOUNG 1975).

Şekil 4'te ise ses frekanslarına ve yaş gruplarına bağlı olarak işitme kaybını görmek mümkündür. Burada, ileri yaş gruplarında ve yüksek frekanslarda ses kaybı daha yüksektir.

Gürültünün yarattığı psikolojik rahatsızlıklar çok yaygın olmakla birlikte bu hususu sayısal bulgular halinde saptamak mümkün değildir. Fakat hepimiz günlük yaşamımızda biliriz ki bürolarımızda, evimizde veya rekreasyon alanlarında, gürültü huzurumuzu bozmaktadır. Yapılan saptamalar, yüksek frekanslı gürültünün genellikle düşük frekanslı gürültüden daha taciz edici olduğunu göstermiştir. Bu rahatsızlıklar da, gürültüye maruz kaldığımız zaman, mekan ve yapmakta olduğumuz işle ilgilidir.

3. GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI

Gürültü olarak tanımladığımız rahatsız edici düzeyde, şiddette ve nitelikteki seslerin kaynağı sayılmayacak kadar çeşitlidir. Bazı insanların zevk aldığı ve günlük yaşamımızda yer alan TV, radyo ve müzik setlerinin çıkardıkları sesler, başka şeylerle meşgul, dinlemekte veya zihni bir çalışma yapmakta olan başka insanları rahatsız edebilmektedir. Günümüzde ve özellikle ülkemizde yapılmakta olan toplu konutlarda duvarların ve tavanların çok ince ve bir ses yalıtımından yoksun olması, apartman komşuluğunda daima şikayetlere neden olmaktadır.



Şekil 4: İnsanlarda işitme kaybının yaş grupları ve ses frekansına bağlı olarak değişimi (ANIKRUP 1971).

Hava ve su kirlenmesinde olduğu gibi gürültüde de ekonomik düşünceler, çevresel kaygıların önüne geçmektedir. Örneğin, belli bir iş yapan veya bir makine çalıştırarak kazanç sağlayan kimseler başkalarını rahatsız etmeleri bir yana, rahatsız olanlara herhangi bir maddi çıkar sağlamamaktadırlar. Uçak gürültüsü ve diğer endüstriyel faaliyetlerden oluşan gürültüde ve genel olarak çevre kirlenmesinde belli bir ekonomik yarar amaçlanmaktadır. Ancak bu ekonomik fayda vahiç bir zaman çevre kirlenmesini hoşgörmemizi gerektiremez.

Maalesef geçmişte termik santrallerin yapılmasında çevre korumaya uygun teknolojinin seçilmesi veya yer seçiminin daha isabetli olması yönünde eleştiri ve önerilerde bulunan bilim adamları ve çevreciler, bazı bakan düzeyine gelmiş politikacılar tarafından çok ağır ve haksız bir şekilde itham edilerek bilgisizlikle ve ülkenin sanayileşmesini istemeyen kimseler olarak suçlanabilmıştır. Halbuki çevre ve ekolojik ortam korunarak sanayileşmek mümkündür ve çevre korumacılar bu noktayı vurgulamaktadırlar. Çevre koruma ilkeleri ile sanayileşme birbirinin alternatifini olan seçenekler değildir. Yani ya sanayileşeceğiz ya da çevreyi kirlitemeyip koruma pahasına sanayileşmeyeceğiz, diye bir tartışma zemini mevcut değildir. Nitekim, sanayi tesisleri çevreyi kirlitemeyecek bir şekilde daha düşük maliyetlerle tesis edilebilirler.

Ülkemizde gürültü kontrolü ile ilgili mevzuatın yeterli olduğu söylenemez. Yerel yönetimler bazı yetkilerle donatılmış olmalarına karşın, gürültü ile savaşımlarını uygulamaları yetersizdir.

Gürültü yaratan kaynaklar çok çeşitli olmakla beraber belli gruplar halinde bunları irdelemek mümkündür. Bunlar, yerleşim alanlarındaki gürültü, inşaat gürültüsü, trafik gürültüsü, uçak gürültüsü ve endüstriyel gürültüler olarak sıralanabilirler.

3.1 Yerleşim Alanlarındaki Gürültü

Yerleşim alanlarında ve mesken gibi yaşam alanlarında geçen günlük zamanımızın belli kesimleri, dinlenme, radyo ve TV dinleme ve seyretme, karşılıklı konuşma ve uyuma gibi öğelerden oluşur. Dışardan, sokaktan gelen trafik gürültüsü, komşunun çeşitli şekillerdeki gürültüsü, bir evin salonunda normal koşullar altında konuşan iki insanın birbirini anlamasını, bir radyo haberini duyabilmelerini güçleştirir veya tamamen engelleyebilir. Bu durumu günlük yaşamımızdaki deneyimlerimizle biliriz.

Ülkemizdeki yerleşim birimleri ve apartmanlarda gürültü sorunu ve iletimini bazı etmenlere bağlamak mümkündür. (1) Apartmanların ince duvarlı, bol ve geniş pencere, tavan ve tabanda, duvarlarda ses yalıtımının olmaması, (2) Mesken olarak kullanılan binalarda yer alan malzemelerin akustik özelliklerinin yetersiz ve kalitesiz olması, (3) Ses yalıtım ve akustik özellikleri iyi malzeme kullanılsa bile işçiliğin kötü olması ve bu malzemenin hatalı ve usulüne uygun kullanılmaması, (4) Evlerde kullanılan ve yüksek ses çıkaran elektrikli aletlerin yaygın şekilde zamansız ve yersiz kullanılmaları, (5) Ülkemizde çok yaygın bir uygulama olan ve münferit küçük binaların yıkılarak, çok yoğun olarak yüksek katlı apartmanların yapılması ve yeşil alanların bu yörelerde hızla azalması.

3.2 İnşaat Gürültüsü

Diğer bir gürültü kaynağı da inşaat gürültüsüdür. Her ne kadar bu tür gürültü inşaat süresi ile sınırlı olarak geçici ise de, büyük inşaat makinalarının gürültüsü çok rahatsız edicidir. Nitekim bu husus gözönünde bulundurularak, ülkemizde yer alan turistik bölgeler de örneğin Ege ve Akdeniz, Karadeniz ve Marmara sahillerinde kısmen de olsa, turizm mevsiminde inşaatların devamına müsaade edilmemektedir.

3.3 Motorlu Araç (Trafik) Gürültüsü

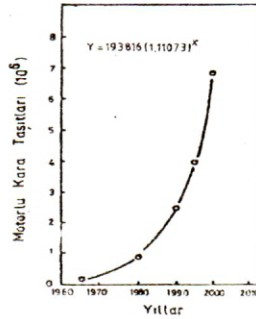
Son on yılda nüfusun büyük bir hızla artması ve teknolojik gelişmeler, yeni endüstriyel ürünlerin bol miktarda artmasına neden olmuştur. Bu arada özellikle motorlu araç üretiminde de miktar ve çeşitlilik bakımından büyük bir patlama meydana gelmiştir. Bu husus dünya genelinde böyle olduğu gibi; ülkemizde de çok belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Nitekim Türkiye’de 1960 yılında 45767 olan binek otosu sayısı 1988 de 1309557’ye yükselmiştir. Böylece, 28 yılda yalnız binek otomobili sayısında 28.6 kat bir artış olmuştur. Otomobil sayısında yaklaşık olarak yılda % 3.5 kadar bir büyüme söz konusudur. Son yıllar dikkate alınırsa bu artış oranının daha yüksek olacağı söylenebilir (DIE 1990). Motosiklet dışında motorlu bütün diğer kara taşıt araçları dikkate alınırsa, 1966 yılında araç sayısı 193816 iken, 1988 yılında bu miktar 1953498’e ulaşmıştır. Yıllık artış oranı, 1950-1970 arasında A.B.D. de % 4.10, Kanada’da ise % 6.10 düzeyinde gerçekleşmiştir (ANTHROP 1975).

Türkiye’de 1960’dan başlayarak 2000 yılına kadar toplam motorlu kara taşıtlarının artış trend’i Şekil 5’de görülmektedir. Burada verilen eğriye ve denkleme göre 2000 yılında ülkemizdeki motorlu kara taşıtları sayısı 7 milyon dolayında olacaktır. Bu taşıtların büyük bölümünün hızla büyüyen İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük kentlerimizde bulunduğu gerçeğine bakıldığında bu kentlerdeki hava kirliliği gibi çevre sorunları yanında, büyük ölçüde de trafik gürültüsünün ciddi bir çevre sorunu olarak ortaya çıktığını görürüz.

Büyük kentlerde yaşayan insanların kırsal kesim ve taşra insanlarına nazaran daha huzursuz, sinirli ve sağlıksız olduğu gerçeği diğer etkenler dışında büyük ölçüde günlük yaşantımızda karşılaştığımız trafik kargaşası ve gürültüsüne bağlanabilir. İstanbul’da sakin bir yerde mesken olarak aldığımız bir konut 10-15 yıl içerisinde kendisini büyük bir iş merkezi veya gürültülü bir trafik yoğunluğu içerisinde bulmaktadır. Öyleki, kapınızı, bacanızı sımsıkı kapatmanıza karşın sokak veya caddedeki trafik gürültüsünden TV seyredememekte, müzik dinleyememekte veya konuşulanları duymak veya duyurmak için ses tonunu yükseltmek zorunda kalınmaktadır.

Şekil 4’te ise ses frekanslarına ve yaş gruplarına bağlı olarak işitme kaybını görmek mümkündür. Burada, ileri yaş gruplarında ve yüksek frekanslarda ses kaybı daha yüksektir.

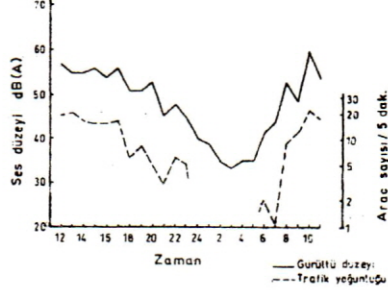
Gürültünün yarattığı psikolojik rahatsızlıklar çok yaygın olmakla birlikte bu hususu sayısal bulgular halinde saptamak mümkün değildir. Fakat hepimiz günlük yaşantımızda biliriz ki bürolarımızda, evimizde veya rekreasyon alanlarında, gürültü huzurumuzu bozmaktadır. Yapılan saptamalar, yüksek frekanslı gürültünün genellikle düşük frekanslı gürültüden daha taciz edici olduğunu göstermiştir. Bu rahatsızlıklar da, gürültüye maruz kaldığımız zaman, mekan ve yapmakta olduğumuz işle ilgilidir



Şekil 5: Toplam motorlu kara taşıtlarının yıllar boyunca artış trendi.

Özellikle yoğun bir trafikte kamyon ve otobüs motorlarının gürültüsü, tolerans sınırlarını geçmekte ve yaşam huzurunu bozan bir düzeye ulaşmaktadır. Günün belli saatlerinde değişen araç sayısı veya trafik yoğunluğuna bağlı olarak gürültü şiddeti de değişiklikler göstermektedir. Şekil 6 da Tokyo'da 24 saatlik bir süre içerisinde trafikteki araç sayısına ve günün saatine göre gürültülü düzeyinin değişimi görülmektedir.

Trafik yoğunluğu ancak gece geç saatlerde azalmakta ve gürültü düzeyinde buna paralel olarak düşmektedir. Ülkemizdeki trafikte motor sesine ek olarak klakson sesi de gürültüye rahatsız edici ayrı bir boyut kazandırmaktadır.



Şekil 6: Tokyo'da günün değişik saatlerindeki trafik yoğunluğuna bağlı olarak gürültülü düzeyinin değişimi (ANTHROP 1973).

3.4 Uçak Gürültüsü

Jet motorlarının uçaklara uygulanmaya başlaması 1958 yılına rastlar. Bu tarihten başlayarak çok hızlı bir şekilde jet uçakları bütün dünyada yaygın hale geldi. Bu gelişmeden sonra özellikle hava alanları yakınındaki yerleşme alanları uçakların kalkışlarında yaptıkları gök gürültüsünü andıran sesleri ile devamlı olarak ve günün hemen her saatinde ciddi bir rahatsızlık tehdidi altında bulunmaktadır.

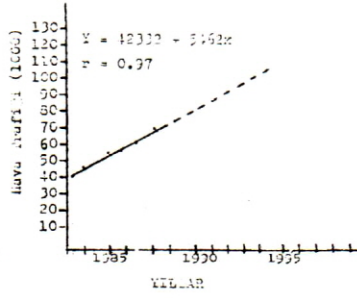
Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de hava trafiği her geçen yıl daha yoğunlaşmaktadır. 1983-1988 yılları arasında Atatürk Hava Limanı ve Esenboğa Hava Limanında trafik yoğunluğu yaklaşık olarak % 40-70 oranında artma gösterirken, İzmir Hava Limanında belirgin bir artış göstermemiştir. Ancak bu kentimizde Adnan Menderes Hava Limanının devreye girmesi ile son 1980-1990 yıllarında artış göstermiş olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 4: Üç büyük kentimizdeki hava limanlarındaki hava trafiğinin yıllara göre durumu (DİE 1990 yararlanıldı)

Hava Limanı	Hava Trafikği – İniş – Kalkış (Sayı/Yıl)		
	Atatürk – İst.	Esenboğa-Ank.	İzmir
1983	43094	17712	17468
1984	49166	19919	16514
1985	52860	19882	18804
1986	56333	19678	19676
1987	60840	209207	19099
1988	73633	25299	17095

Tablo 4'te görüldüğü gibi Atatürk Hava Limanında 1988'de bir günde ortalama 202 uçak kalkış-iniş yapmaktadır ki, bu da ortalama olarak saatte 8 uçak trafiği demektir. Avrupa ve Amerika'daki yoğun yerleşim alanları yakınında bulunan hava limanlarında, bu yoğunluk çok daha yüksek bulunmakta ve çevrede yaşayan insanları ciddi şekilde rahatsız etmektedir. Yeni hava limanı yapılan yerlerin yakınında bulunan yerleşim yerlerinde taşınmaz malların değeri bu yüzden belirgin bir şekilde düşmektedir. Batı ülkelerinde, bu gibi durumlarda böyle bir zarara ve rahatsızlığa uğrayan mülk sahiplerine belli ölçülerde tazminat ödenmektedir. A.B.D'deki Los Angeles Uluslararası Hava Limanında 1968-69 yılındaki hava trafiği yoğunluğu günde ortalama 1700, saatte 71 kalkış olduğu ve 90'lı yıllarda bu rakamın çok daha yüksek olabileceği düşünülürse, böyle hava alanlarının çevresinin yaşanılır koşullardan uzak hale geldiği kolayca anlaşılır.

Öİstanbul Atatürk Hava Limanındaki hava trafiği 2000 yılında 135186 sayısına ulaşacaktır (Şekil 7). Bu trafik yoğunluğu saatte 16 civarındadır. Bu değer günümüzdeki ortalama trafik yoğunluğunun iki katı kadardır.



Şekil 7: İstanbul Atatürk Hava Limanında hava trafiğinin yıllara göre seyri.

Bu rahatsız edici uçak gürültüsüne karşı bazı tedbirler uygulanmaktadır. Örneğin, binaların duvar ve camlarının ses yalıtımlı yapılması, TV ve radyoları kulaklıkla dinlemek veya uyarken kulak tıkacı kullanmak gibi. A.B.D'de mevcut bulunan 2000 sivil hava taşıt araçlarının ancak % 10'unun bu ülkedeki havacılık teşkilatının koyduğu, "gürültü azaltıcı" önlemleri uygulayabilmektedir. Bu önlemler içerisinde yeni yapılan uçakların daha az gürültü yapacak şekilde imal edilmesi, hava meydanlarının işletme yönetmelik ve kurallarında gürültüyü azaltıcı ve kontrol sistemlerine uyması gibi hususlar yer almaktadır. Bu ülkedeki birçok havaalanında havacılık yöntemlerinde uyulan birçok önlemlerle gürültünün azaltılmasına çalışılmaktadır. Uçak ve havaalanlarındaki gürültüyü kontrol altına almaya ve azaltmaya yönelik önlemlerin maliyetinin, uygulanacak yöntem ve işlemin niteliklerine bağlı olarak 1 milyar dolardan 20 milyar dolara kadar değişen bir maliyeti olacağı tahmin edilmektedir (CEQ 1974). Bu ülkedeki Çevre Koruma Kurumu (EPA) hava trafiğinden kaynaklanan gürültüyü azaltıcı kural ve yönetmeliklerde belli başlı üç amacı gerçekleştirmek istemektedir. Bunlar, (1) Uçakların mümkün olduğu kadar daha az gürültü yapacak şekilde imal edilmesi (2) Hava meydanları işletme usullerinde yapılacak değişikliklerle gürültü etki zonunun ve bunun güzergah ve alanını mümkün olduğu ölçüde, gürültüye duyarlı yerlerden, örneğin, yerleşme alanları, okul ve hastane gibi yerlerden tuzağa kaydırılması ve (3) olabildiğince, gürültü etki zonuna yakın bölgelere herhangi bir gürültüye duyarlı yeni bir bina inşaatının veya gelişiminin önlenmesi ve gerekli olan yerlerde ses ve gürültü yalıtımı önlemlerinin alınması veya bunlar da mümkün olmuyorsa bu alanlarda arazi kullanma şeklinin değiştirilmesi (CEQ 1974).

4. GÜRÜLTÜ KONTROLÜ

Daha önceki bölümlerde üzerinde durulduğu gibi çeşitli kaynaklardan oluşan gürültünün kontrol altına alınması, yani azaltılması veya tamamen önlenmesi için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunların bir kısmı, gürültü yaratan uğraş veya kaynaktan yapılan ve bazı değişikliklerle gürültüyü azaltmak veya minimuma indirmekle ilgilidir. Örneğin; otomobil veya uçakların daha az gürültülü çalışmalarını sağlayan üretim şeklini geliştirmek gibi. Bunların en tipik örneği otomobil egzozlarına takılan susturucu sistemle motor gürültüsünün % 90-95 düzeyinde azaltılabilmesidir. Modern teknoloji, ürettiği ürünlerin mümkün olduğunca daha az gürültü ile çalışan aygıtlar ve ürünler olması yönünde gelişmektedir. Nitekim, 30 yıl önce üretilmiş aygıtlardan buzdolabı, elektrik süpürgesi, mikser, blender ve aspiratörler bugün çok daha az gürültü ile çalışır şekilde üretilmektedir.

Ayrıca günümüzde trafik gürültüsüne karşı binalarda ses yalıtımlı sistemler kullanılmaktadır. Buna örnek olarak, çift camlı (ısı cam) pencereler ve bunların boyutlarının küçültülmesi ve duvarlarda ses yalıtım malzemelerinin kullanılması gösterilebilir. Bu uygulamalar aynı zamanda ısı yalıtımını da sağlamaktadır.

Gürültü ile savaşmada teknik önlemlere ek olarak vejetatif bazı tesislerle gürültünün absorbe edilmesi veya engellenmesi sağlanmaktadır.

4.1 Gürültünün Çevre Üzerindeki Etkisinin Saptanması

Sesin bazı fiziksel nitelikleri ve özellikleri şiddetinin uzaklıkta azalıp kaybolması gibi karakteristikleri nedeniyle, belli bir kaynaktan oluşan gürültünün, çevre üzerindeki etkisini bir matematik modelle saptamak mümkündür. Örneğin, bir yerleşim yerindeki gürültüyü tahmin etmek için gürültünün kaynağını ve alıcıyı dikkate alan bir matematik model kullanılmaktadır. Bu model, sesin mesafe ile logaritmik ve doğrusal olarak azalması esasına dayanmaktadır. Bu matematiksel ifade :

$$dB = dB_0 - 10 \log_{10} (d/d_0)^2$$

Burada;

dB = Belli bir mesafedeki ses düzeyi (dB)

dB₀ = Kaynaktaki ses düzeyi (dB)

d = Kaynak ve alıcı arasındaki mesafe (m)

d₀ = Kaynaktan ses düzeyinin ölçüldüğü noktanın kaynaktan uzaklığı (m)

Bu ifadenin geçerliliği ölçüm yapıldığı zamanki bazı kabullere ve varsayımlara bağlıdır. Bunlar; (1) Mikrometeorolojik bakımdan sakin bir havanın bulunması ve rüzgar hızınının 16 km/saat'ten az olması, (2) Arazinin düz olması ve bir topografik engelin bulunmaması ve (3) Ses dalgalarının iletimi ve yayılmasını engelleyecek herhangi bir ağaç, sıralar halinde dikilmiş tarım ürün veya vejetatif bir engelin olmamasıdır. Bu faktörler kontrol altında olmazsa, sonuçlarda % 5-10 farklılık olabilmektedir.

Kaynaktan gelen gürültünün alıcı üzerindeki etkisinin saptanması için, gürültünün çevrede mevcut gürültüye (fon gürültüsüne) eklenmesi gerekir. Bu ekleme ses şiddeti veya yoğunluğu olarak yapılabilir. Bu ses şiddeti de aşağıdaki şekilde ifade edilir (Şekil 8 ve 9).

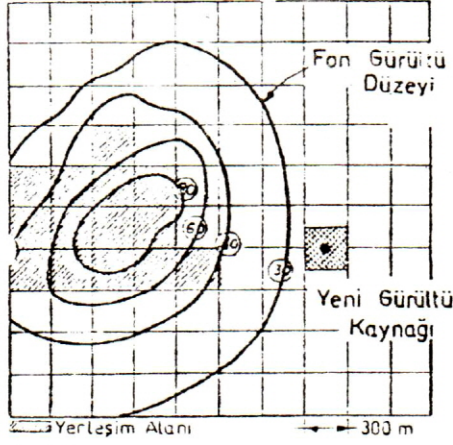
$$dB_B = 10 \log_{10} (I_B/I_0)$$

Burada,

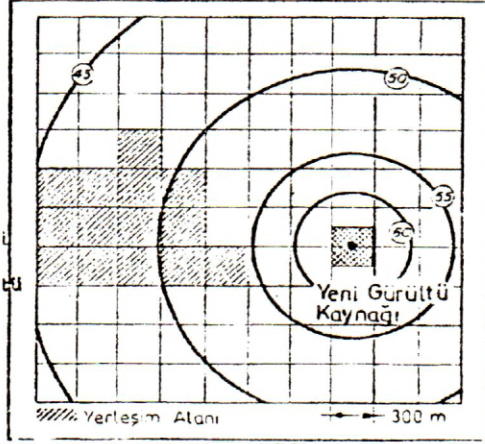
dB = Fon gürültü düzeyi (dB)

I_B = Fon gürültü şiddeti ($watt/m^2$)

I_0 = Referans ses şiddeti ($watt/m^2$)



Şekil 8: Yerleşim yerinde fon gürültü eşdeğer eğrileri



Şekil 9: Gürültü kaynağının etkisini gösteren eşdeğer gürültü eğrileri. Burada fon gürültü dikkate alınmamıştır.

Gürültünün çevreye olan etkisinin saptanabilmesi için aşağıdaki hususların bilinmesine gerek vardır: (1) Söz konusu çalışma alanının haritası, (2) Ses kaynakları ile alıcıların yerleri (3) Ses kaynaklarının emisyon envanteri ve (4) Haritada çizilen karelaj şebekesindeki kesişme noktalarında fon seslerinin seviyeleri (CHERMISINOFF/YOUNG 1975). Bu hususlar yerine getirildikten sonra uygulanan modelde, alıcı noktalarda elde edilen bulgularla ilgili olarak aşağıdaki noktalar dikkate alınır: (1) Fon ses düzeyleri (dB), (2) Gürültü kaynaklarının yarattığı ses düzeyleri (dB), ve (3) Toplam ses veya gürültü düzeyi (dB).

Çalışmanın yapıldığı yerleşim yeri haritasında önce fon gürültüsünün eş-gürültü eğrileri (izobel) çizilir. Sonra yeni gürültü kaynağının izobelleri çizilir ve daha sonra da toplam (fon + gürültü) gürültünün izobelleri çizilerek bu yerleşim yerindeki yeni gürültü kaynağının yaratacağı çevre saptanmış ve haritalanmış olur. Bu işlemler günümüzde bilgisayarlarla kolaylıkla yapılmaktadır.

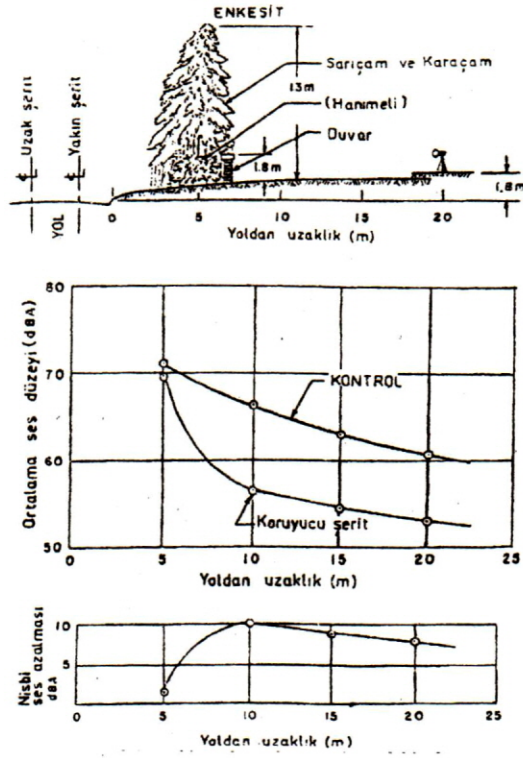
4.2 Gürültünün Vejetatif Önlemlerle Kontrolü

Ağaç, çalı ve diğer vejetasyon formları ile bazı masif engellerin sesin iletimini azaltıcı bazı etkileri olduğu bilinmektedir. Bu konudaki araştırmaların yeterli olmamakla beraber, değişik bitki formlarını ve bunların değişik bitki formlarını ve bunların değişik kombinasyonlarının yerleşim yerlerini özellikle trafik gürültüsünden belli ölçülerde koruduğu anlaşılmış bulunmaktadır. Nitekim, boylu ağaç ve çalılardan oluşan sık bir vejetasyon perdesinin, arkasındaki alanlarda trafik gürültüsünün 4-7 desibel düzeyinde azalttığı saptanmıştır (COOK/VAN HAVERBEKE 1974). Eğer bu vejetasyon şeridi ortasında 1.5 m yükseklikte bir masif engel olursa gürültü azalmasındaki miktar 2-3 desibel daha fark etmekte yani 6-10 desibel düzeyine ulaşmaktadır.

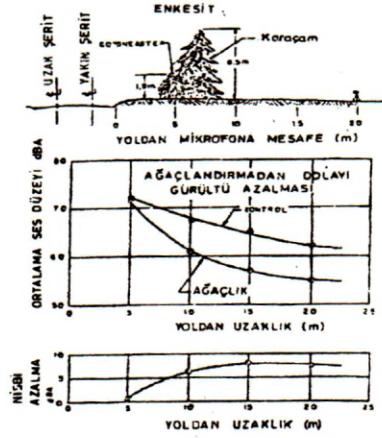
Yapılan araştırmalarda, ana arter konumunda olan ve hız limiti 56 km/sa, olan bir yola yakın bir yerde oturan insanların evlerinde ve bahçelerinde 60-65 dBA düzeyindeki gürültüden rahatsız olmadıkları saptanmıştır. Bu araştırmalar için bir kentin banliyösünde seçilen bir yol boyunca, trafik gürültüsünü önlemek için ağaç, çalı ve 1.8 m boyunca bir duvardan oluşan bir koruyucu vejetatif şerit tesis edilmiştir (Şekil 10).

Bu şekilde görüldüğü gibi boylu ağaç olarak sarıçam ve karaçam, alt tabaka olarak da hanımeli getirilmiş ve bu vejetatif perdenin arkasında yani evlerin bulunduğu tarafta ise 1.8 m boyunda bir duvar yer almıştır. Binalarla bu koruyucu şerit arasında her 5 m de bir yerdan 1.5 m yükseklikte birer mikrofon yerleştirilerek, çift şeritli bir yolda 56 km/sa. Hızla giden bir vasıtanın gürültüsü kaydedilmiştir. Aynı ses kayıtları, aynı düzeyde gürültü yaratan arabanın geçtiği ve kontrol alanı olarak kullanılan açık alanda da yapılmıştır. Bu ölçmelerle birlikte hava sıcaklığı, rüzgar hızı ve yönü ile bağıl hem gibi mikroklimatolojik ölçmeler de yapılmıştır. Bu ölçmelerin sonuçları Şekil 7,8 de grafikler halinde görülmektedir. Burada, yoldan 10 m mesafede ve koruyucu şeritten 5 m uzaklıkta ölçülen ses düzeyleri, kontrolde 68 dBA iken, şerit arkasındaki aynı uzaklıkta 58 dBA'dır. Böylece, yapılan koruyucu tesisin gürültüyü 10 m mesafede 10 dBA kadar azalmış olduğu ortaya çıkmaktadır. Mesafe büyüdükçe, kontrol ile şerit arkasında ölçülen ses düzeyleri arasındaki fark da azalmaktadır. Nitekim, bu husus en alttaki grafikte açık bir şekilde görülmektedir (COOK/VAN HAVERBEKE 1974). Aynı çalışmada vejetatif koruyucu şeritte Karaçam ve Cotoneaster ile yapılan denemelerin sonuçları Şekil 11'de görülmektedir.

Bu tesiste duvar mevcut değildir. Yoldan 10 m mesafede ses düzeyi kontrolde 68 dBA canlı perde arkasında ise 61 dBA olarak bulunmuştur. Böylece vejetasyon perdesinin bir duvarla takviye edilmesinin, ses kontrolünde kısmen daha etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır.



Şekil 10: Vejetatif perde ve bunun arkasındaki alanda gürültü düzeyinin azalması (COOK/VAN HAVARBEKE 1974)



Şekil 11: Vejetatif perdenin profili ve arkasındaki alanda gürültü düzeyinin azalması (COOK/VAN HAVARBEKE 1974).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Gürültünün Azaltılmasını Etkileyen Etmenler

Açık havada sesin iletimi veya gürültünün azalması aşağıdaki etmenler tarafından ekilenir: (1) Mesafe, (2) Atmosferik absorpsiyon, (3) Bağıl nem, (4) Sıcaklık, (5) Rüzgarın eğimi, hızı yönü ve türbülans ve (6) Gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki ortam. Bir gürültü kaynağından farklı uzaklıklarda ses düzeyini tahmin etmek için çeşitli ampirik ve teorik formül veya eşitlikler önerilmiştir. Aşağıdaki eşitlik nokta-ses kaynağı ile ilgilidir.

$$S_d = S_0 - 20 \log d/d_0 \quad (7)$$

S_d = Ses kaynağından belli uzaklıktaki ses düzeyi (dBA)

S_0 = Mukayese noktasındaki ses düzeyi (dBA)

d = Gürültülü kaynağından olan uzaklık (m)

d_0 = Ses düzeyi bilinen mukayese noktasının, gürültü kaynağından olan uzaklığı (m)

Bu formül ses yayılmasını etkileyen dış koşullar değişmediği sürece, denemelere yakın sonuçlar vermektedir.

Banketleri çimle kaplı stabilize yollarda ölçmeler, denklem sonuçlarına en yakın sonuçları vermiştir. Diğer kaplama yollardaki ölçmelerle, denklem sonuçları arasında 3 dBA gibi bir fark bulunmuş, mesafenin iki katına çıkması halinde bu fark 6 dBA'ye ulaşmaktadır.

Gürültü kaynağı ile alıcı arasında ağaç, çalı ve diğer vejetatif tesislerde ses yayılmasını etkileyen öğeler vejetatif tesisin boyu, genişliği, sıklığı, bitki türü dikim deseni, sıralar arası ve sıralar üzerindeki dikim aralık ve mesafeleri, analiz sonuçları, farklı ağaç türlerinin gürültüyü azaltıcı etkileri arasında önemsiz farklar olduğu doğrulanmıştır.

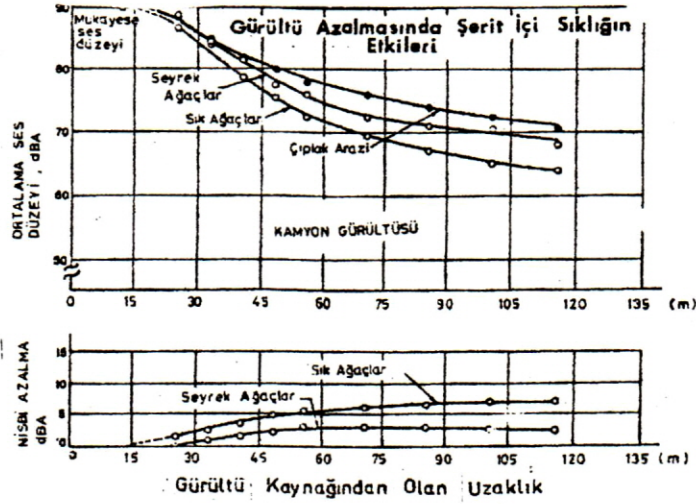
Sonuç olarak belirtmek gerekirse, gürültünün azaltılması ve kontrolünde önemli olan, ağaç türü, yaprak büyüklüğü ve şekli ile dallanma karakteristiklerinden çok, bitkisel (1) şeritin yüksekliği, (2) genişliği ve (3) sıklığıdır. Bu olayda gürültünün bitkisel şerit tarafından difüzyonu absorpsiyon'undan daha baskın bir olgudur. Ancak yüksek frekanslı ses ve gürültülerde absorpsiyon da önemli bir rol oynamaktadır (COOK/VAN HAVERBEKE, 1971).

Ağaç çeşitlerinin karakteristikleri içinde ise, ağaç boyu'nun gürültünün azalmasıyla en yüksek korelasyonu gösterdiği saptanmıştır. Bunun nedeni, boylu şeritlerin ulaşan gürültü dalgalarının absorpsiyon ve difüzyonu için daha geniş bir vejetatif yüzeyin oluşmasıdır.

Şerit derinliği veya genişliği de, vejetasyonun ses absorbe eden ve difüzyonu sağlayan elemanların miktarına etki etmesi bakımından gürültü kontrolünde önemli bir karakteristiklerdir. Nitekim derinlik artıkça ses kontrol etkinliği de artmaktadır. Aynı şekilde ağaç sıklığının artması ile şeritin gürültü-azaltma kapasitesi de artmaktadır.

5.2 Yüzey Özellikleri

Yüzeylerin yumuşaklığı, üzerinden geçmekte olan sesin şiddetini büyük ölçüde azalttığı saptanmış bulunmaktadır. Bu özellik, yumuşak yüzeylerin sert yüzeylere kıyasla daha fazla absorpsiyon kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Yüzeylerin sertlikten yumuşaklığa kadar olan bir derecelendirilmesinde, yollar sert, kısa ot ve çayır orta sert, boylu ot, yeni sürülmüş tarla ve buğday anızı yumuşak yüzeylere örnek olarak verilebilirler. Sonuç olarak denilebilir ki, sert yüzeylerle mukayese edilirse, ağaçlar, çalılar veya otlarla kaplı yüzeyler sesin şiddetini büyük ölçüde düşürürler. Bu nedenle gürültü kontrolü çalışmalarında bu husus gözönünde tutulmalıdır.



Şekil 12: Gürültü perdesinde ağaç sıklığının gürültü azalmasına etkisi (COOK/VAN HAVARBEKE, 1971).

5.3 Atmosferik Parametrelerin Eğimi

Atmosferik parametrelerden sıcaklık, nem ve rüzgar hızı eğimlerinin, sesin iletimi ve azalması üzerindeki etkileri bilinmektedir. Nitekim, bu etmenlerin eğimleri yani iki nokta arasındaki farklı değerleri, değişik yüksekliklerdeki normal yayılma hızının değişmesi sonucu ses demetini veya ses dalgası cephesini, aşağı veya yukarı doğru saptırmaktadır. Rüzgar yönündeki bir ses yayılması olayında pozitif hız eğimi nedeniyle ses demeti aşağıya doğru yönelmekte ve daha uzak mesafelerden duyulabilmektedir. Buna karşılık rüzgarın yukarı eğimine karşı yani negatif bir hız eğimi durumunda, ses dalgaları veya demetleri yukarıya doğru bükülmekte ve saptırılmakta, böylece de sesin duyulabilirliği hızla azalmaktadır.

Benzer bir durum, bir gün boyunca güneşin zemini ısıtmasıyla oluşan sıcaklık eğiminde oluşmaktadır. Zeminin serin olduğu sabah ve akşam saatlerinde pozitif bir sıcaklık eğimi (yükseklikle sıcaklık artmakta) oluşurken, öğlen vakti zeminin güneşle ısınması sonucu negatif bir sıcaklık eğimi meydana gelmektedir. Yaz mevsiminde, ses kontrolü için tesis edilmiş ağaç şeridi içerisinde oluşan serin ve yoğun bir hava kitlesi, ses iletimine karşı bir direnç yaratmaktadır.

Atmosferik nemde görülen küçük farklılıkların ses yayılmasına çok az veya hiçbir etkisi olmamaktadır. Bununla beraber, yağışlı veya sisli bir günde atmosferik nemin çok yüksek ve tekdüze olduğu bir havada ses yayılması olumlu şekilde etkilenmektedir (COOK/VAN HAVARBEKE 1971). Gürültü kontrolünde kullanılan ağaçlık şeritlerden dolayı, atmosferik nemin gürültü yayılması üzerindeki etkisi çok azdır.

5.4 Ağaç Şeritlerinin Düzenlenmesi

Ağaç şeritlerinin gürültü kaynağından olan uzaklığının saptanmasında, trafik düzeni, şehirlerarası ana yollar, yaya yolları ve geçitleri gibi hususlar gözönünde bulundurulur. Büyük boylu ağaçların, anayol kenarına 15 metreden daha yakına dikilmeleri, trafik emniyeti bakımından sakıncalıdır. Bu mesafeden daha yakına dikilen büyük ağaçlar, karın yol üzerine yığılmasına, fırtınalı havalarda dal parçalarının yoldan geçen arabaların üzerine düşmesine ve kavşaklarda ise görüşün engellenmesine neden olabilirler.

Yapılan denemelere göre meskun yerlerde, yeteri kadar boylu ve enli ağaç şeritlerin gürültü kaynağından olan mesafesinin 10-20 m olması optimum bir sonuç vermektedir.

Bazı araştırmalar da, kentlerde ağaç şeritlerinin gürültü kaynağına daha yakın, örneğin 3-7.5 m mesafede olması optimum bir etkinlik sağlamaktadır. Kentlerde koruyucu şerit ile gürültü kaynağı ve koruma alanı aralarında yani, şeridin her iki tarafında uygun mesafe bırakılmalıdır.

5.5 Kabul Edilebilir Gürültü Düzeyi

Kabul edilebilir gürültü düzeyi, çevre koşulları, kişisel tercihler ve pratik gereksinimlere bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Bu konuda zaman zaman ölçütler önerilmiş ve ölçütü saptamak ve değerlendirmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar içerisinde “Konuşmada anlaşmayı güçleştiren gürültü düzeyi” (STL) yönteminde, frekansları 500, 1000 ve 2000 Hertz (Hz) olan üç standart oktav bandındaki gürültü düzeyinin decibel olarak değerleri baz olarak kullanılır. Aralarında 90 cm. gibi bir mesafe olan iki kişinin normal konuşmasına olanak veren minimum (STL) düzeyi 60 dB olarak kabul edilir. Eğer aradaki konuşma mesafesi 120 cm’ye çıkarsa, kişilerin seslerini biraz yükseltmeleri gerekir.

İkinci yöntemde de, kulağın çeşitli gürültü düzeylerine gösterdiği duyarlılığa göre gürültü düzeylerini temsil eden eğriler elde edilir. Burada gürültü düzeyleri oktav bandları içerisinde saptanmakta ve eğriler bu bandların spektrumu içerisinde dB olarak gürültü düzeylerini temsil etmektedir. Sonra bu eğriler daha sonra kulağımızın duyarlılık gösterdiği gürültünün düzeyini saptamada kullanılmaktadır.

Ayrıca çeşitli toplum ve yaşam kesitlerinden seçilen kişilerle yapılan mülakatlar ve anketlerle, rahatsız edici olan veya toleransla karşılanabilen gürültü düzeyleri de saptanmaktadır ki, bu yöntem kısmen daha subjektif kabul edilmektedir. Bununla beraber, 68 dBA gürültü düzeyinin “rahatsız edici” gürültü düzeyinin sınırı olarak kabul edilmektedir. Nisbeten daha sakin ve huzurlu bir çevrede yaşayan insanlar için 68 dBA hoşgörülemez bir gürültü düzeyi olarak algılanmakta ve yerleşim alanlarında 50 dB veya buna eşdeğer olan 57 dBA) gürültü düzeyi, akşam saatlerinde hoşgörülebilir bir değer olarak kabul edilmektedir.

5.6 Ağaçların Gürültüyü Perdeleme Değerleri

Ağaçların gürültüyü perdeleme ve süzme değerleri, ağaç şeritlerin uygun yerlerde tesis edilip edilmediklerine, yeterli yoğunluk, sıklık, boy ve genişlikte olup olmamalarına bağlı bulunmaktadır. Örneğin, nisbeten dar bir şerit halinde sık çalılar ve orta boyda ağaçlardan oluşan gürültü perdeleri yerleşim alanlarında iyi sonuç verdiği halde, büyük kamyon ve otobüslerin yoğun olduğu şehirlerarası yollar civarında böyle tesisler etkisiz kalmaktadır. Bu alanda yapılmış denemelere göre, vejetatif perdeler arkasındaki gürültü azalması konusunda çeşitli kişilere yöneltilen sorulara alınan yanıtların özetini vermek gerekirse, 10 dBA bir ses azalması, “gürültünün yarı yarıya azaldığı” şeklinde algılanmıştır. Kritik gürültü bandı olarak kabul edilen 65-75 dBA düzeyinde olan ve konuşulanların duyulmasının engellendiği kabul edilen bu düzeylerdeki gürültüde 5 dBA kadar bir azalma “hala rahatsız edici”, 8 dBA lık bir azalma ise “gürültü rahatsız etmiyor” şeklinde algılanmaktadır.

Bu değerlendirmelerde zemin yüzeyinin “yumuşak” veya “sert” olması gibi koşullar da önemli rol oynamaktadır. Örneğin, ağaç-çalı-çayır kombinasyonu yumuşak bir yüzeyde yeralan bir gürültü perdesinin arkasındaki bir noktada oluşan gürültü azalması, beton ve benzeri sert yüzey koşullarındaki aynı koruyucu tesisin gürültü azaltıcı etkisinin karşılaştırılması durumunda, gürültü azalması 8-12 dBA ve hatta bazı durumlarda 15 dBA dan daha fazla veya yaklaşık gürültünün üçte biri kadar fark göstermektedir. Diğer bir deyimle yumuşak zeminlerdeki bir koruyucu tesis, sert zeminlerdekinden daha etkili olmaktadır. Açıkça görülmektedir ki ağaç-çalı-çayır gibi yumuşak zemin koşulları sert zeminlere oranla gürültüyü büyük ölçüde azaltıcı etkiye sahiptirler

(COOK/VAN HAVERBEKE 1972). Böylece gürültünün bu tesisler vasıtasıyla perdelenmesindeki başarı derecesi, sesin geçtiği yüzeyin özelliklerine bağlı olduğu anlaşılmalı beraber, yumuşak yüzey-ağaç perde kombinasyonu bir tesisin toplam etkisi içerisinde yüzey özellikleri ile ağaç perdenin etkilerinin derecesini saptamak güçtür. Bununla beraber sert bir yüzeye nazaran bir ağaç perdesi 8-12 dBA kadar bir gürültü perdelemesi yapmaktadır. Ağaç ve çalı türleri ile inukayeseli olarak yapılmış denemeler mevcut değildir. Ancak, daimi yeşil yüksek boylu ağaç türleri, tesis yapılacak yörenin ekolojisine uyacak şekilde seçilebilir. Bunlar ekolojik bölgelere göre Gökmar, Sedir, Ladin, Çam ve buna benzer bol dallanabilen daimi yeşil ağaç türleri ve refakat edecek olan yine daimi yeşil çalı ve ağaçcık türleri seçilmelidir. Ancak trafiğin çok yoğun olduğu yerlerde hava kirliliği sorunu dikkate alınarak, yüksek konsantrasyondaki kükürt ve azot oksitlere hassas türlerden kaçınmak gerekir.

Unutmamak gerekir ki, bitkisel gürültü perdeleri veya şeritleri tek başına gürültünün tamamını perdelemezler. Bu nedenle gürültüye duyarlılık derecesine göre gürültü perdelerine ek olarak alıcı durumundaki tesislerin çeşitli yalıtım önlemleri ile takviye edilmeleri gerekir. Ağaç perdelerin sınırlı da olsa faydalı olan gürültü azaltıcı etkilerini arttırmak için, ağaç perde alıcıdan ziyade, gürültü kaynağına yakın olarak ve şerit genişliği 25-30 m olacak şekilde kurulmalıdır. Bir üst geçit yakınında bulunan bir yerleşim yerini gürültüden korumak için yapılan ağaç çit'in boyu, gürültünün geldiği viyadük veya üst geçitten kısa ise, gürültü dalgaları ağaçların tepesinden yerleşim yerine ulaşacağından, koruma çitinin veya perdesinin hiçbir faydası olmaz. Diğer taraftan kurulan gürültü çiti veya perdesi, ekolojik koşullara, çevre yapısına göre en iyi büyüme ve hayatıyetini gösterecek şekilde planlanmalı ve bakımları yapılmalıdır. Aksi halde beklenen fayda elde edilemez.

5.7 Vejetatif Şeritlerle Gürültü Kontrolünde Öneriler (COOK/VAN HAVERBEKE 1972)

1. Hızlı taşıt ve kamyon-otobüs trafiğinin yoğun olduğu şehirlerarası yollar boyunca kırsal alanlarda, trafik akış ekseninden 15-25 m mesafede ve 20-30 m genişliğinde uygun ağaç ve çalı türlerinden oluşan gürültü perde veya şeritleri oluşturulmalıdır. Bu tesisin ana trafik ekseninde boyuna olan alanlarda birkaç sıradan oluşan ağaç ve çalılarından oluşan şeritler halinde yapılmalıdır.

2. Orta hızdaki otomobil trafiğinin söz konusu olduğu yerleşim alanlarında veya kentlerde, gürültünün en yoğun olduğu yerler yol kavşakları ve eğimi fazla olan yolların çevresidir. Böyle alanlarda trafik şeridinin ortasından başlayarak 5-15 m uzaklıkla ve yol boyunca 6-15 m genişliğinde ağaç ve çalılarından oluşan bir gürültü perdesi yapılmalıdır. Bu amaçla perdenin trafik şeridine bakan kenarına 2-2.5 m boyunda çalı veya ağaçcık türleri ve bunun arkasındaki sıraya da 4.5-9 m boy yapabilen ağaçların dikilmesi önerilmektedir.

3. Bu vejetatif şerit perde, gürültü kaynağı ile koruma alanı arasındaki mesafede, gürültü kaynağına yakın olarak tesis edilmelidir.

4. Koruyucu gürültü perdelerinde olanaklar elverdiği ölçüde boylu ve düşey kesitte yeknasak ve sık dallanma ve tepe-yaprak örtüsüne sahip ağaç türleri tercih edilmelidir. Böyle bir kuruluşu, boylu ağaç türleri ile daha kısa boylu çalı ve ağaçcık türlerinin karışımı ile sağlamak mümkündür. Boylu ağaçların kullanılmasının mümkün olmadığı ekolojik koşullarda kısa boylu çalı türleri ile boylu çayırklar veya benzeri yumuşak zemin koşulları yaratmak etkin bir yaklaşımdır. Çünkü bu kombinasyon, sert zeminlerden veya kaplama alanlardan çok daha etkindir.

5. Ağaç ve çalıların koruyucu şerit içerisindeki dikimleri, türlerin ekolojik ve silvikültürel istekleri gözönünde tutularak elverdiğince sık dikilmelidir.

6. Bütün yıl boyunca gerekli olacak bir gürültü perdesi söz konusu ise (genellikle öyledir) çevre koşullarına göre elverdiği ölçüde, daimi yeşil veya uzun bir süre yapraklarını dökmeyen yapraklı ağaç ve ağaçcık türleri tercih edilmelidir.

7. Gürültü perdesinin uzunluğu gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki uzaklığın en az iki katı uzunlukta olmalı ve yol boyunca tesis edilen koruma şeridi, korumaya alınan yerleşim yerini ortalamalıdır.

KAYNAKLAR

- ANTHROP, D.F. 1973: *Nose Pollution Lexington Books, D.C. Heath and Company, London.*
- BOZKURT, A.YILMAZ. 1982: *Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları 2639/296*
- CHEREMİSİNOFF, P.N. ve R.A. Young, 1975: *Pollution Engineering Practice Handbook Ann Arbor Science Pub Inc. Ann Arbor Mich. U.S.A.*
- COOK, D.I ve D.F. VAN HAVERBEKE. 1971: *Trees and Shrubs for Noise Abatement USDA-Forest Service Research Bull. 246.*
- COOK, D.L. ve D.F. VAN HAVERBEKE. 1974: *Suburban Noise Control With Plant Materials and Solid Barriers Nebraska Exp. Sta. Res. Bull. 263.*
- COUNCILON on ENVIRONMENTAL QUALITY (CEQ), 1984 : *Environmental Quality, US Government Printing Office. Wash. DC., U.S.A*
- DİES.1990: *Türkiye İstatistik Yıllığı, 1989, Ankara*
- HALLIDAY, D. ve R. RESNİK 1961: *Physics for students of Sciense and Engineering John Wiley and Sons. Inc. New York.*
- SHORTLEY, G. ve D. WILLIAMS.1957: *Elements of Physics for Students of Science and Engineering. Prentice-Hall. Inc. Englewood Cliff. N.I. U.S.A*